

Gestion optimisée de la production hydroélectrique et gestion des ressources en eau : que permettent les outils d'optimisation d'EDF mis au service de la Gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ?

Joint optimization of hydroelectric production and management of water resources : insights concerning EDF optimization tools for balanced and sustainable management of water resources.

Domenget Alain¹, Mathevet Thibault²

¹ EDF Hydro, Direction Finance, Pôle Économie et Business Plan, 4 allée de Tignes, 73290 La Motte Servolex, France, alain.domenget@edf.fr

² EDF Hydro, Direction Finance, Pôle Économie et Business Plan, 4 allée de Tignes, 73290 La Motte Servolex, France, thibault.mathevet@edf.fr

RÉSUMÉ

La production électrique d'EDF en France dépend de près de 90% de la ressource en eau : soit directement pour l'hydroélectricité, soit indirectement en tant que source froide pour refroidir les cycles thermiques des centrales nucléaires et thermiques. EDF Hydro (gestionnaire des centrales hydroélectriques du Parc EDF) optimise quotidiennement pour les besoins du système électrique la gestion d'un stock d'eau douce d'environ 6 Mds m³, tout en satisfaisant de nombreux autres usages de l'eau (irrigation, alimentation en eau potable, activités touristiques, ...) qui concernent près des 2/3 des concessions hydrauliques. Depuis de nombreuses années, EDF R&D développe continuellement une chaîne complète d'outils de modélisation des systèmes électriques, dont un des maillons (l'outil MORGANE) est dédié à l'optimisation moyen terme des stocks hydroélectriques (d'un horizon à 3 ans, jusqu'à quelques heures) à l'échelle d'un aménagement, d'une vallée aménagée ou d'un ensemble de vallées aménagées, aussi bien pour des besoins opérationnels ou pour des études. L'objectif de cette communication est de présenter 1/ les fondamentaux du modèle MORGANE, 2/ des cas d'application d'optimisation hydroélectrique et de multiusage de l'eau (cote touristique, irrigation, soutien d'étiage, ...) et 3/ les enseignements tirés de concertations autour du multiusage de l'eau.

ABSTRACT

90% of EDF energy production in France relies on water resources: either directly for hydropower production or indirectly, as cold source to cool thermal cycles of nuclear or thermal power plants. EDF Hydro, manager of EDF hydroelectric power plants, optimizes the management of the stock of water resources stored in the dams (around 6 billion m³). The objective of this management is to respond to the needs of the electricity system, while satisfying many other water uses (irrigation, drinking water supply, tourism, drought mitigation, etc.) which concern nearly 2/3 of the hydraulic concessions. For many years, EDF R&D has been continuously developing a complete chain of power system modelling tools, one of the models (MORGANE model) being dedicated to the medium-term optimisation of hydroelectric stocks (from a 3-year horizon, up to a few hours), at the scale of a power plant, an hydroelectric valley or an ensemble of hydroelectric valleys, for operational or study needs. The objective of this paper is to present 1/ the fundamentals of the MORGANE model, 2/ cases of application of hydroelectric optimization and multi-use of water (tourism, irrigation, drought mitigation, etc.) and 3/ lessons learned from dialogue with stakeholders concerning multi-use of water.

MOTS CLÉS

Changement climatique, concertation avec les parties-prenantes hydroélectricité, multi-usage de l'eau, optimisation ;

Climate change, dialogue with stakeholders, hydroelectricity, multiple use of water, optimization ;

1 INTRODUCTION

1.1 Les enjeux liés à la ressource en eau pour le producteur EDF

La production électrique d'EDF en France dépend de près de 90% de la ressource en eau : soit directement pour l'hydroélectricité, soit indirectement en tant que source froide pour refroidir les cycles thermiques des centrales nucléaires et thermiques. EDF Hydro (gestionnaire des centrales hydroélectriques du Parc EDF) optimise quotidiennement pour les besoins du système électrique la gestion d'un stock d'eau douce d'environ 6 Mds m³, tout en satisfaisant de nombreux autres usages de l'eau (irrigation, alimentation en eau potable, activités touristiques,...) qui concernent près des 2/3 des concessions hydrauliques.

1.2 Les outils d'optimisation pour la production

EDF R&D a ainsi élaboré une chaîne complète d'outils de modélisation des systèmes électriques, dont un des maillons (l'outil MORGANE) est dédié à l'optimisation moyen terme des stocks hydroélectriques (d'un horizon à 3 ans, jusqu'à quelques heures), aussi bien pour des besoins opérationnels ou pour des études.

1.3 Des outils mis au service de la Gestion équilibrée et durable de la ressource en eau

Compte-tenu des impacts du changement climatique et des tendances récentes, les réservoirs hydroélectriques sont de plus en plus mobilisés pour faire face à l'aggravation des sécheresses. Ainsi en 2022, pour répondre aux différents besoins des usagers de l'eau dans le cadre des cahiers des charges des concessions hydroélectriques ou des conventions de partage de l'eau, EDF a déstocké environ 800 hm³ à partir de ses réservoirs, ce qui représente une augmentation de +60% par rapport à la moyenne 2015-2021.

2 PROBLEMATIQUE

Concerné par l'adaptation aux effets du changement climatique, EDF Hydro s'engage avec les parties prenantes des territoires dans la recherche de solutions d'adaptations collectives pour la gestion durable de la ressource en eau. L'outil Morgane devient ainsi aussi un outil en support des concertations. On peut classiquement aborder des analyses telles que la quantification des impacts du climat actuel ou futur sur l'hydroélectricité et le respect d'autres services existantes (tourisme, soutien d'étiage, etc.) ou quantifier l'impact d'un service supplémentaire sur l'hydroélectricité, ainsi que le respect d'autres services préexistantes (ex. : impact de l'augmentation d'un volume de soutien d'étiage sur l'hydroélectricité et la capacité d'une retenue à respecter une cote touristique). Il convient alors de réfléchir à de nouvelles métriques compréhensibles et partageables par tous.

3 DESCRIPTION DE L'OUTIL

3.1 Les principes d'optimisation de Morgane

Nous détaillerons dans ce paragraphe les principes d'optimisation de l'outil en détaillant les trois phases principales que sont :

- Le calcul du domaine de gestion des lacs (courbes de remontée et de descente) ;
- Le calcul rétrograde des valeurs de Bellman des stocks et des valeurs de l'eau ;
- La phase de simulation.

3.2 Les données d'entrées du modèle

Ce paragraphe expliquera quelles sont les données d'entrées nécessaires à l'établissement de modèles. Nous aborderons aussi la question du référentiel de prix ou du référentiel climatique utilisé pour générer les données d'apports aux réservoirs.

3.3 La représentation du multi-usage

Ce paragraphe abordera la manière de représenter les autres usages qu'hydroélectriques qui vont influencer la gestion des réservoirs et de vallées hydroélectriques. Nous détaillerons deux cas : le respect d'un débit minimum (prélèvement eau potable, agricole) ou l'anticipation nécessaire à l'atteinte d'une cote touristique sur un

réservoir, en illustrant les impacts énergétiques de ces modifications de gestion.

4 UTILISATION POUR LA GESTION CONCERTÉE ET LES ÉTUDES PROSPECTIVES – CAS D'APPLICATIONS

Ce paragraphe illustrera les différents cas d'utilisation de l'outil MORGANE dans des concertations territoriales autour du multi-usage de l'eau et des enjeux énergétiques. Nous ferons une sélection parmi plusieurs vallées qui illustrent une diversité de contextes hydrométéorologiques, hydroélectriques et de multi-usage (Ain, Durance, Ardèche-Chassezac, Aude, Cure, etc.).

5 LES ENSEIGNEMENTS À TIRER DE CES DÉMARCHES

Nous nous interrogerons sur les enseignements issus de ces démarches de partage avec les parties prenantes externes à l'entreprise, et notamment sur la construction d'un référentiel adapté aux concertations :

- Référentiel hydrologique et climatique ;
- Indicateurs d'intérêts et métriques.

Nous nous poserons également la question des limites rencontrées dans le cadre concerté du fait notamment du niveau de confidentialité de certaines données employées pour alimenter l'outil.

6 LES PERSPECTIVES

Nous concluons en nous référant à d'autres démarches de modélisation multi-usage encore plus intégratrices portées par EDF R&D (Jumeaux Numériques de Bassin Versant) dont l'outil Morgane constitue une des briques.